

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 21 350.3
Anmeldetag: 13. Mai 2003
Anmelder/Inhaber: Lurgi AG, 60439 Frankfurt am Main/DE
Bezeichnung: Mischvorrichtung
IPC: B 01 F 7/18

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 15. Januar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Klostermeyer

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Lurgi AG
Lurgiallee 5
60295 Frankfurt

12.05.2003

Fall-Nr.: 20010037

Mischvorrichtung

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Mischvorrichtung sowie ein zugehöriges Mischverfahren zur Verwendung als kontinuierlich arbeitender Reaktor.

Diese kontinuierlich arbeitenden Reaktoren werden verwendet zur Aufarbeitung von z.B. Erdöl-Vakuumrückstand, Raffinerie Rückständen, Bitumen oder Kunststoffen, indem sie mit einem heißen körnigen Wärmeträger gemischt und auf die gewünschte Temperatur erhitzt werden.

Üblicherweise bestehen Mischvorrichtungen dieser Art aus mindestens zwei horizontal ineinandergreifenden Schnecken, die entsprechend den Anforderungen mit unterschiedlicher Länge und Durchmesser gebaut werden. Zur Erzielung bestimmter Eigenschaften, wie die Erhöhung der Umsetzungs- oder Reaktionsgeschwindigkeit oder die Maximierung von Produktausbeute und Produktqualität variiert man die Mischvorrichtung hinsichtlich der Feststoff-Verweilzeit, der Temperatur im Reaktor, oder des Systemdruckes.

In der DE-A-19724074 und in der DE-A-19959587 wird ein Verfahren zur Aufarbeitung von Rückstandsöl beschrieben, bei dem in das Mischwerk heißer Wärmeträger-Koks und durch eine weitere Leitung das zu verarbeiten Rückstandsöl eingeführt wird. Der Wärmeträger-Koks weist Temperaturen im Bereich von 500° bis 700 ° Celsius auf und wird mit dem Rückstandsöl durch mindestens zwei horizontale ineinandergreifende Schnecken so durchmischt, dass ein gleichmäßig dicker Ölfilm auf den Kokspartikeln entsteht. Dieser wird dann sehr schnell auf Reaktionstemperatur erhitzt und reagiert unter Bildung von Gasen, Öldämpfen und Koks. Gase und Dämpfe verlassen das Mischwerk nach einer kurzen Verweilzeit von 1 bis 10 Sekunden durch einen Abzugskanal nach oben.

Das kokshaltige Feststoffgemisch, welches das Mischwerk durchlaufen hat und am Austritt angekommen ist, wird zur weiteren Verarbeitung nach unten in einen Pufferbehälter zur Nachentgasung abgezogen.

Bei Mischern dieser Bauart wird versucht, eine möglichst gleiche Verweilzeit aller Feststoffpartikel, d.h. Pfropfenströmung zu erreichen. Das heißt, dass die Teilchen, die sich in der Nähe der Welle befinden, mit gleicher axialer Geschwindigkeit transportiert werden, wie die Teilchen, die sich am äußeren Umfang der Schnecke befinden. Gleichzeitig wird versucht, die Verweilzeit so einzustellen, dass der flüssige Einsatzstoff am Ende des Mixers vollständig in Gase, Dämpfe und Koks umgewandelt ist.

Aufgrund des Geschwindigkeitsprofils zwischen herkömmlichen Wellen und Gehäusewand und der damit verbundenen unerwünschten axialen Durchmischung haben die Partikel in diesen Mixern unterschiedliche Verweilzeiten in der Mischstrecke.

Die Verweilzeit kann durch eine Anpassung der Reaktorlänge, der Wellendrehzahl oder auch der Steigung der Schnecken variiert werden. Um einen möglichst großen Teil der Verweilzeit für die Reaktion zu nutzen, wird versucht, die Einmischzeit zu reduzieren, also die Zeit, die benötigt wird, um Wärmeträger und flüssigen Einsatzstoff vollständig zu vermischen. Idealerweise findet eine vollständige Vermischung bereits bei der Einleitung der Medien am Beginn der Mischstrecke statt. Dies ist aber bisher nicht zu erreichen. Nach dem bekannten Stand der Technik ist die vollständige Vermischung eines flüssigen Einsatzes erst nach dem Durchlaufen der halben Reaktorlänge erfolgt. Um die Verweilzeit zu erhöhen, wäre als Lösung ein längerer Reaktor eine extrem teure Lösung, da die Wellen und Schnecken aus hoch-warmfestem Stahl bestehen und einen Außendurchmesser von 0,8 bis 3 m sowie eine Länge von 6 bis 15 m haben.

Zur Beeinflussung der mittleren Verweilzeit und der Verweilzeitverteilung kann die Steigung und die geometrische Anordnung der Mischwendeln variiert werden. Die Geschwindigkeit des Feststoffes im Mischer ist abhängig von der Steigung und der Form der Mischwendel. Mit zunehmender Steigung der Mischwendel nimmt ganz allgemein die axiale Geschwindigkeit der Feststoffpartikel ab und die Verweilzeit zu.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, die bisherige Mischvorrichtung derart zu verbessern, dass bei vorgegebener Reaktorlänge die Verweilzeit vergrößert wird und dass das zu verarbeitende Material unabhängig von seiner radialen Entfernung von der Drehachse mit möglichst gleicher Geschwindigkeit transportiert wird.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe bei der eingangs genannten Mischvorrichtung dadurch gelöst, dass auf jeder Welle mindestens zwei gegenüberliegende Reihen von Schaufeln angeordnet sind und jede Reihe von Schaufeln aus 2 bis 20 einzelnen Schaufeln besteht und dass die Schaufeln in einem Anstellwinkel α zur Längsachse der Welle auf der Welle befestigt sind, wobei die Schaufeln in sich gekrümmt sind, so dass die Schaufeln am Befestigungspunkt an der Welle den Anstellwinkel α und am Außendurchmesser den Anstellwinkel β aufweisen. Dadurch, dass statt einer durchgehenden Schnecke eine Reihe von einzelnen Schaufeln verwendet werden, wird eine besonders effiziente Vermischung erreicht. Durch eine Krümmung der Schaufeln, wodurch sich mit zunehmendem Durchmesser ein unterschiedlicher Anstellwinkel zur Längsachse der Welle ergibt, kann die axiale Geschwindigkeit der zu mischenden Teilchen über den gesamten Reaktorquerschnitt vergleichmäßigt werden.

Dadurch dass der Anstellwinkel β am Außendurchmesser D_A der Schaufeln kleiner gehalten wird als der bisher übliche Wert von ca. $2 \cdot \alpha$, wird die axiale Strömungsgeschwindigkeit gleichmäßiger und nähert sich im Idealfall einer Pfropfströmung. Dadurch ergibt sich eine engere Verweilzeitverteilung.

Nimmt der Anstellwinkel der Schaufeln vom Fußpunkt auf der Welle D_W bis zum Außendurchmesser D_A kontinuierlich ab, reduziert sich die axiale Geschwindigkeit der zu mischenden Teilchen am Außendurchmesser D_A im Verhältnis zur axialen Geschwindigkeit am Durchmesser D_W der Welle. Unter der Voraussetzung, dass der Außendurchmesser D_A doppelt so groß ist wie der Durchmesser D_W ($D_A = 2 D_W$), wird über den gesamten Reaktorquerschnitt die gleiche axiale Geschwindigkeit erreicht, wenn der Anstellwinkel β am Außendurchmesser D_A halb so groß ist, wie der Anstellwinkel α am Durchmesser D_W der Welle. Durch eine vielfache Unterbrechung der Wendel erhöht sich die Scherwirkung beim Transport des Feststoffes durch den Mischer. Die Mischintensität wird gesteigert und damit erfolgt die vollständige Vermischung nicht erst bei der halben Reaktorlänge, sondern bereits deutlich früher. Bei gleicher Reaktorlänge wird eine größere Verweilzeit für die chemische Reaktion erreicht, wodurch bei neuen Anlagen die Reaktorlänge entweder verkleinert oder alternativ die Reaktionszeit erhöht und damit die Reaktionstemperatur gesenkt werden kann.

Ausgestaltungsmöglichkeiten der Mischwellen werden mit Hilfe der Zeichnungen beispielhaft erläutert.

Dabei zeigt

Fig. 1 ein Fließschema des Verfahrens

Fig. 2 einen Schnitt durch eine Mischvorrichtung nach dem Stand der Technik

Fig. 3 eine einzelne Welle einer Mischvorrichtung nach der Erfindung

Fig. 4 eine Draufsicht auf die linke Stirnseite der Welle nach Fig. 3

Fig. 5 eine Detailansicht aus Fig. 3

Fig. 6 eine Darstellung der an einer Schaufel wirkenden radialen und axialen Geschwindigkeiten

In das Mischwerk (1) der Fig.1 führt man durch die Leitung (2) z.B. heißen Wärmeträger-Koks und durch die Leitung (3) das zu verarbeitende Rückstandsöl ein. Das Mischwerk (1) weist im vorliegenden Fall mindestens zwei horizontale, ineinander greifende Schnecken auf, welches die eingeleiteten Materialien vermischt und zum Auslasskanal (8) transportiert. Gase und Dämpfe können die Mischvorrichtung über den Abzugskanal (4) zur Kondensation (5) verlassen. Aus der Kondensation (5) zieht man getrennt Gase durch die Leitung (6) und Produktöl aus der Leitung (7) ab. Das kokshaltige Feststoffgemisch, welches die Mischvorrichtung (1) durchlaufen hat, wird durch den Auslasskanal (8) zu einem Behälter (9) geleitet. Aus diesem Behälter (9) kann der getrocknete Koks über Leitung (10) abgezogen und dem Verfahren wieder zugeführt werden. Statt der Weiterverarbeitung von Rückstandsöl mit Wärmeträgerkoks kann die Mischvorrichtung auch selbstverständlich zur Aufbereitung von z.B. Bitumen, Kunststoffen, Kohle, Torf oder Biomasse eingesetzt werden, wodurch sich die gesamte Anlagenkonfiguration ändern kann.

Fig. 2 zeigt eine Schnittdarstellung einer Mischvorrichtung (1) nach dem Stand der Technik. In dieser Mischvorrichtung (1) sind zwei ineinander greifende Wellen (11, 14) als Hohlwellen ausgebildet, die gleichsinnig drehen. Jede Welle (11, 14) weist zwei Schnecken (12, 13, 15, 16) auf, die sich ohne Unterbrechung über die gesamte Länge der Welle erstreckt. Die zwei Schnecken einer Welle sind um 180° versetzt angeordnet.

Fig. 3 zeigt eine von mindestens zwei verwendeten Wellen nach der Erfindung. Auf der Welle (11) ist, statt einer durchgehenden Schnecke, eine Vielzahl von einzelnen Schaufeln (12a, 12b, 12c, ... 12m) in einer Schraubenlinie hintereinander angeordnet. Einer ersten

Reihe von einzelnen Schaufeln (12a, 12b, 12c, ... 12m) ist auf der Welle (11) eine zweite Reihe von einzelnen Schaufeln (13a, 13b, 13c, ... 13m) um 180° versetzt zugeordnet. In dieser Darstellung besteht jede Reihe von Schaufeln aus 12 einzelnen Schaufeln. Mit der Beschreibung schrauben- oder schneckenförmige Anordnung ist jede gleichmäßige oder ungleichmäßige Anordnung der Schaufeln möglich, bei der sich die Schaufeln (12a bis 12m, 13a bis 13m) aneinandergereiht um die Welle (11) anordnen lassen und bei der ein problemloses Abwälzen der Wellen (11, 14) zueinander möglich ist. Die Anzahl der Schaufeln lässt sich variieren in Abhängigkeit von der Reaktorlänge, den Durchmesser-Verhältnissen von Welle zu Schaufel und den damit verbundenen Schaufelkrümmungen. Ebenfalls hat die Viskosität bzw. die Teilchengröße der zu mischenden Medien einen Einfluss, da der Abstand der Schaufeln zueinander die Einmischzeit beeinflussen kann. Wie bei Gewinden ist eine einreihige oder eine mehrreihige Anordnung der Schaufeln möglich.

In Fig. 4 ist eine Draufsicht auf die linke Stirnseite der Welle von Fig. 3 dargestellt. Aus Gründen der Vereinfachung sind hier nur jeweils sechs Schaufeln (12a, 12b, 12c, ... 12f) und (13a, 13b, 13c, ... 13f) aus einer Reihe von Schaufeln dargestellt. Als Durchmesser D_W wird der Durchmesser der Welle (11) am Befestigungspunkt der Schaufeln bezeichnet und als Durchmesser D_A der Außendurchmesser der Welle (11) an den Schaufeln.

Fig. 5 zeigt den vergrößerten Ausschnitt „A“ aus Fig. 3 mit den Anstellwinkeln einer einzelnen Schaufel (12a). Mit dem Winkel α wird der Anstellwinkel der Schaufel an der Welle bezeichnet. Dem Winkel α ist der Durchmesser D_W aus Fig. 4 zugeordnet. Der Winkel β ist der Anstellwinkel der Schaufel (12a) am äußersten Durchmesser D_A . Es ist damit möglich, durch unterschiedliche Anstellwinkel der Schaufeln die axiale Geschwindigkeit der Medien über den Querschnitt der Mischvorrichtung zu beeinflussen. Unter der Voraussetzung, dass der Außendurchmesser D_A doppelt so groß ist wie der Durchmesser D_W , ist bei gleich großem Anstellwinkel ($\alpha = \beta$) die axiale Geschwindigkeit der zu mischenden Medien am Außendurchmesser D_A doppelt so groß wie am Durchmesser D_W der Welle (11). Wird der Anstellwinkel β der Schaufel am äußeren Umfang kleiner als der Anstellwinkel α am Befestigungspunkt der Schaufel, dann sinkt die axiale Geschwindigkeit am Außendurchmesser D_A auf ca. die Hälfte des ursprünglichen Wertes. Durch die Variation der Anstellwinkel α und β in Relation zu den Durchmessern D_W und D_A kann die axiale Geschwindigkeit der Teilchen über den Querschnitt des Mischwerkes vergleichmäßig

werden, wodurch sich eine engere Verteilung der Verweilzeit ergibt. Die axiale Strömung nähert sich damit der erwünschten Pfropfenströmung.

Dies wird in Fig. 6 noch einmal verdeutlicht. Zur Vereinfachung wird wieder unterstellt, dass der Außendurchmesser D_A der Welle (11) an den Schaufeln doppelt so groß ist, wie der Durchmesser D_W der Welle (11) am Befestigungspunkt der Schaufeln $\rightarrow D_A = 2 D_W$.

Mit $D_W = 1,0$ m und einer konstanten Drehzahl von 20 Umdrehungen pro Minute beträgt die Umfangsgeschwindigkeit der Teilchen am Befestigungspunkt der Schaufeln $V_W = 1,05$ m/s. Dies ist damit auch die radiale Geschwindigkeit $V_{Wr} = 1,05$ m/s. Bei einem Anstellwinkel $\alpha = 16^\circ$ der Schaufel am Befestigungspunkt an der Welle ergibt sich eine axiale Geschwindigkeit der Teilchen von $V_{Wa} = 0,3$ m/s.

Mit $D_A = 2,0$ m und gleicher Drehzahl von 20 Umdrehungen pro Minute beträgt die Umfangsgeschwindigkeit der Teilchen am Außendurchmesser der Schaufeln $V_A = 2,09$ m/s. Dies ist damit auch die radiale Geschwindigkeit $V_{Ar} = 2,09$ m/s. Bei einem Anstellwinkel $\beta = 8^\circ$ der Schaufel am Außendurchmesser D_A der Welle ergibt sich die gleiche axiale Geschwindigkeit der Teilchen von $V_{Aa} = 0,3$ m/s. Selbstverständlich lässt sich die gleiche axiale Geschwindigkeit der Teilchen über den Querschnitt des Mischwerkes auch bei anderen Durchmesserhältnissen und anderen Anstellwinkeln realisieren.

Patentansprüche

1. Mischvorrichtung, insbesondere zur Verwendung als kontinuierlich arbeitender Reaktor, bestehend aus mindestens zwei rotierenden Wellen, wobei auf jeder Welle mindestens zwei gegenüberliegende Reihen von Schaufeln angeordnet sind und jede Reihe von Schaufeln aus mindestens zwei einzelnen Schaufeln besteht und dass die Schaufeln in einem Anstellwinkel α zur Längsachse der Welle auf der Welle befestigt sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaufeln in sich gekrümmt sind, so dass die Schaufeln am Befestigungspunkt an der Welle den Anstellwinkel α und am Außendurchmesser D_A den Anstellwinkel β aufweisen.

2. Mischvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Anstellwinkel β am Außendurchmesser D_A maximal so groß ist, wie der Anstellwinkel α am Durchmesser D_W an der Welle.

3. Mischvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Anstellwinkel α vom Durchmesser D_W an der Welle kontinuierlich mit zunehmendem Durchmesser abnimmt und am Außendurchmesser D_A den kleineren Winkel β erreicht.

4. Mischvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass bei doppelt so großem Schaufel-Außendurchmesser D_A wie der Wellen Durchmesser D_W am Befestigungspunkt der Schaufeln, der Anstellwinkel β am Außendurchmesser D_A etwa halb so groß ist, wie der Anstellwinkel α am Durchmesser D_W an der Welle.

5. Verfahren zum kontinuierlichen Mischen und Reagieren von flüssigen oder festen Einsatzstoffen mit festem körnigem Wärmeträger wie z.B. Koks oder einem geeigneten anderen Feststoff in einer Mischvorrichtung nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die axiale Geschwindigkeit der Medien am Durchmesser D_W an der Welle gleich groß ist wie am Außendurchmesser D_A .

Zusammenfassung

Der Erfindung die Aufgabe zugrunde, die bisherige Mischvorrichtung derart zu verbessern, dass bei vorgegebener Reaktorlänge die Verweilzeit vergrößert wird und dass das zu verarbeitende Material unabhängig von seiner radialen Entfernung von der Drehachse mit möglichst gleicher Geschwindigkeit transportiert wird.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass auf jeder Welle mindestens eine Reihe von Schaufeln angeordnet ist und jede Reihe von Schaufeln aus mindestens zwei einzelnen Schaufeln besteht und dass die Schaufeln in einem Anstellwinkel α zur Längsachse der Welle auf der Welle befestigt sind, wobei die Schaufeln in sich gekrümmt sind, so dass die Schaufeln am Befestigungspunkt der Welle den Anstellwinkel α und am Außendurchmesser D_A den Anstellwinkel β aufweisen. Dadurch, dass statt einer durchgehenden Schnecke eine Reihe von einzelnen Schaufeln verwendet werden, wird eine besonders effiziente Vermischung von Einsatzstoff und Koks erreicht und dadurch, dass sich der Anstellwinkel von innen nach außen verkleinert, kann die axiale Geschwindigkeit der zu mischenden Teilchen über den gesamten Reaktorquerschnitt vergleichmäßig und eine pfropfenähnliche Strömung erzielt werden.

(Fig. 4)

Fig. 1

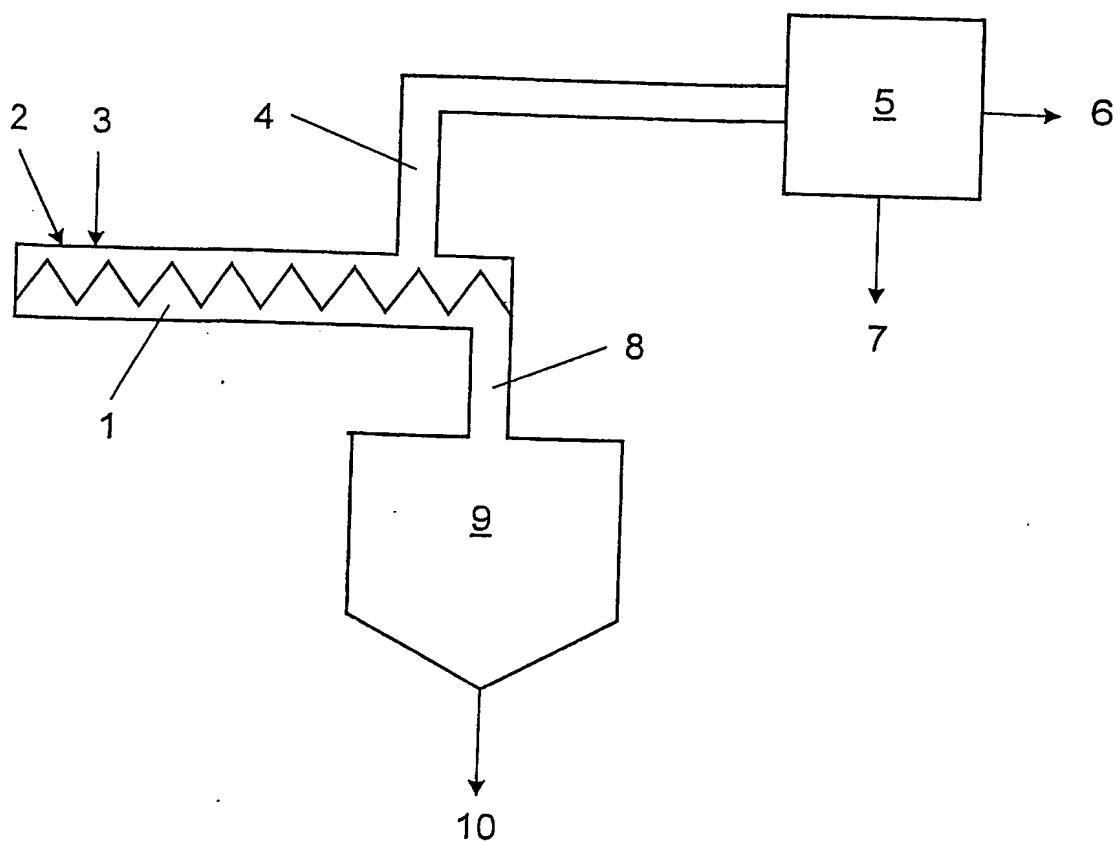


Fig. 2

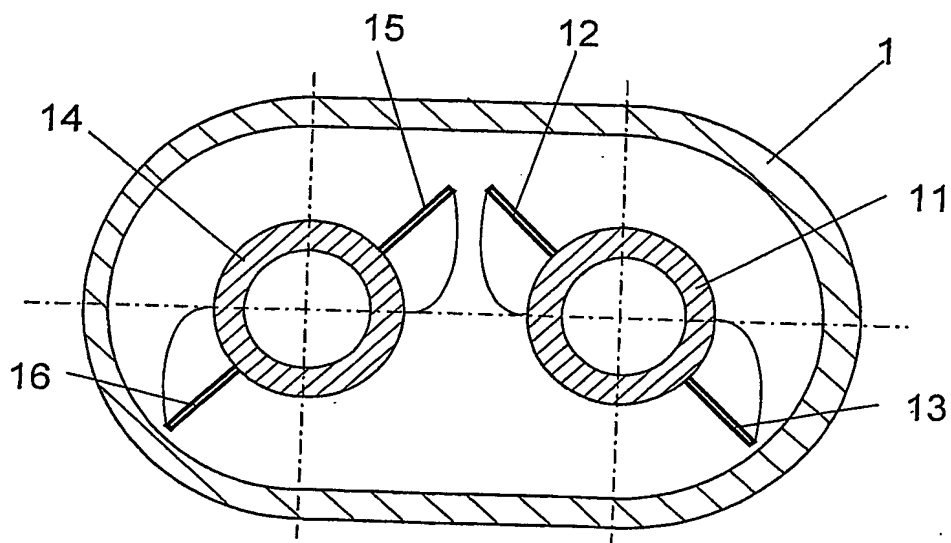


Fig. 3

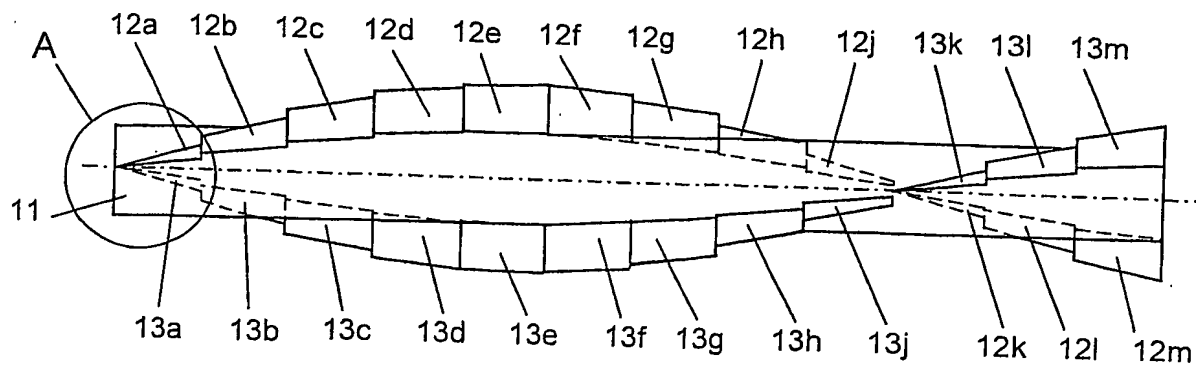


Fig. 4

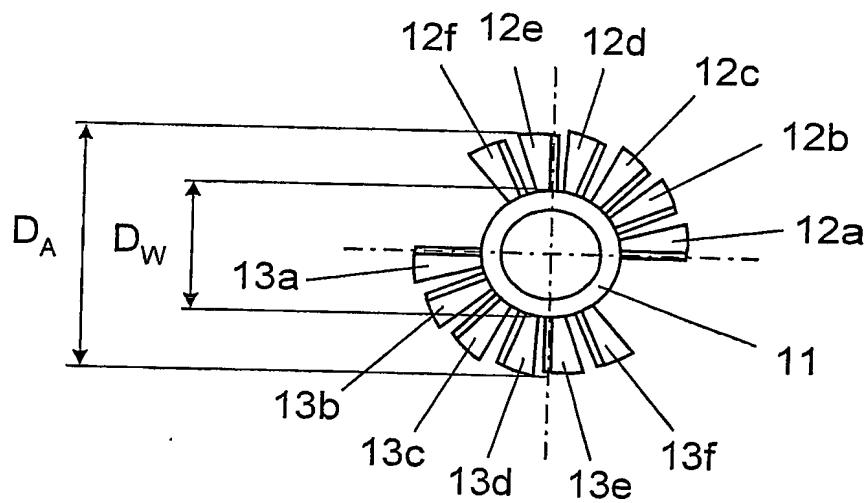


Fig. 5

Ansicht „A“

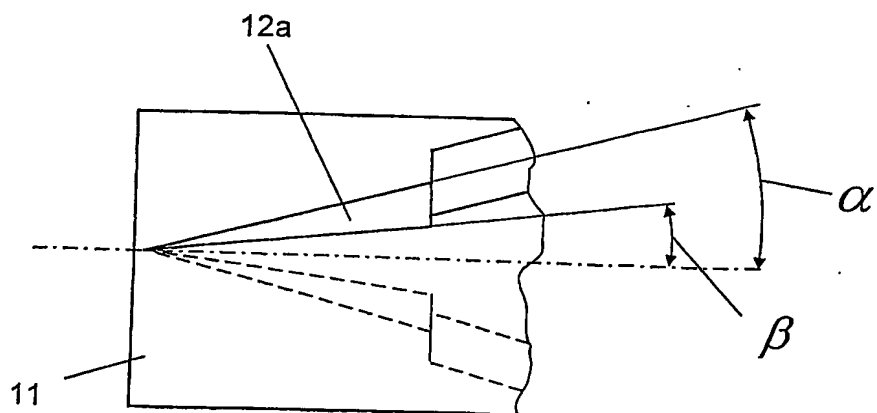


Fig. 6

